

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
27. Januar 2005 (27.01.2005)

PCT

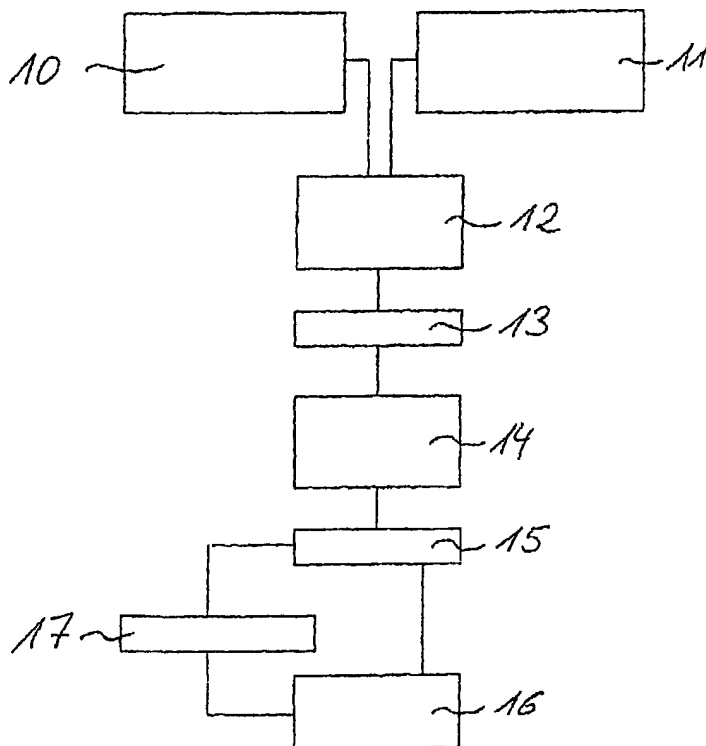
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2005/007326 A2**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **B22F**
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2004/001467
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
8. Juli 2004 (08.07.2004)
- (25) Elnreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
103 31 397.4 11. Juli 2003 (11.07.2003) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **MTU AERO ENGINES GMBH** [DE/DE];  
Dachaeur Strasse 665, 80995 München (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BOHDAHL, Rudolf**  
[DE/DE]; Fasanenstrasse 52, 85757 Karlsfeld (DE).
- (74) Anwälte: **PFISTER, Fritz** usw.; DaimlerChrysler AG,  
Intellectual Property Management, IPM-C106, 70546  
Stuttgart (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR MAKING GAS TURBINE ELEMENTS AND CORRESPONDING ELEMENT

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON BAUTEILEN EINER GASTURBINE SOWIE ENTSPRECHENDES BAUTEIL



(57) Abstract: The invention concerns a method for making elements, namely gas turbine blade segments, in particular for an aircraft power train. The invention is characterized in that each blade segment comprises at least two blades, one segment being produced by injection moulding of metal powder of several blades. The invention also concerns such a blade segment.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Bauteilen, nämlich von Schaufelsegmenten, für eine Gasturbine, insbesondere für ein Flugzeugtriebwerk, wobei jedes Schaufelsegment mindestens zwei Schaufeln umfasst, und wobei das Schaufelsegment aus mehreren Schaufeln durch pulvermetallurgisches Spitzgießen hergestellt wird. Des weiteren betrifft die Erfindung ein derartiges Schaufelsegment.

WO 2005/007326 A2



TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

**Verfahren zur Herstellung von Bauteilen einer Gasturbine sowie  
entsprechendes Bauteil**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Bauteilen, nämlich von Schaufelsegmenten, für eine Gasturbine, insbesondere für ein Flugzeugtriebwerk. Weiterhin betrifft die Erfindung ein solches Bauteil, nämlich ein Schaufelsegment, für eine Gasturbine.

Moderne Gasturbinen, insbesondere Flugzeugtriebwerke, müssen höchsten Ansprüchen im Hinblick auf Zuverlässigkeit, Gewicht, Leistung, Wirtschaftlichkeit und Lebensdauer gerecht werden. In den letzten Jahrzehnten wurden insbesondere auf dem zivilen Sektor Flugzeugtriebwerke entwickelt, die den obigen Anforderungen voll gerecht werden und ein hohes Maß an technischer Perfektion erreicht haben. Bei der Entwicklung von Flugzeugtriebwerken spielt unter anderem die Werkstoffauswahl, die Suche nach neuen, geeigneten Werkstoffen sowie die Suche nach neuen Fertigungsverfahren eine entscheidende Rolle.

Die wichtigsten, heutzutage für Flugzeugtriebwerke oder sonstige Gasturbinen verwendeten Werkstoffe sind Titanlegierungen, Nickellegierungen (auch Superlegierungen genannt) und hochfeste Stähle. Die hochfesten Stähle werden für Wellenteile, Getriebeteile, Verdichtergehäuse und Turbinengehäuse verwendet. Titanlegierungen sind typische Werkstoffe für Verdichterteile. Nickellegierungen sind für die heißen Teile des Flugzeugtriebwerks geeignet.

Aus dem Stand der Technik sind zahlreiche Verfahren zur Fertigung von Schaufeln, insbesondere von Leitschaufeln, für Flugzeugtriebwerke bekannt. Als aus dem Stand der Technik bekannte Verfahren für die Fertigung von Schaufeln, insbesondere Leitschaufeln, seien hier das Schmieden und Feingießen genannt. Schaufelblätter im Verdichterbereich sind üblicherweise Schmiedeteile, während alle Laufschaufeln und Leitschaufeln der Turbine in der Regel Feingussteile sind. Auch ist es aus dem Stand der Technik bereits bekannt, Schaufeln mithilfe des ECM-Verfahrens, einer sogenannten elektrochemischen Bearbeitung, herzustellen. Nach dem Stand der Technik wird bei den oben genannten Fertigungsverfahren zur Herstellung der

Schaufeln so vorgegangen, dass jede Schaufel einzeln für sich hergestellt wird. Die aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren sind teuer.

Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung das Problem zu Grunde, ein neuartiges Verfahren zur Herstellung von Bauteilen, nämlich von Schaufelsegmenten, einer Gasturbine sowie ein entsprechendes Bauteil vorzuschlagen.

Dieses Problem wird durch ein Verfahren zur Herstellung von Bauteilen, nämlich von Schaufelsegmenten, für eine Gasturbine, insbesondere für ein Flugzeugtriebwerk, gelöst, bei dem jedes Schaufelsegment mindestens zwei Schaufeln umfasst, wobei das Schaufelsegment aus mehreren Schaufeln durch pulvermetallurgisches Spitzgießen hergestellt wird. Es ist eine Erkenntnis der hier vorliegenden Erfindung, dass durch Herstellung von Schaufelsegmenten, die mindestens zwei Schaufeln umfassen, mithilfe des pulvermetallurgischen Spitzgießens die Herstellungskosten erheblich reduziert werden können. Vorzugsweise umfasst das Leitschaukelsegment drei oder vier Leitschaufeln.

Nach einer ersten bevorzugten Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden zur Herstellung eines Schaufelsegments aus mindestens zwei Schaufeln Formkörper für jede Schaufel getrennt durch Spritzgießen gefertigt, wobei die Formkörper der Schaufeln vor einem Entbindungsprozess zu einem Formkörper für das Schaufelsegment zusammengesetzt werden. Das Fügen der Schaufeln zum Schaufelsegment erfolgt hier im sogenannten grünen Zustand.

Nach einer zweiten, alternativen bevorzugten Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden zur Herstellung eines Schaufelsegments aus mindestens zwei Schaufeln Formkörper für jede Schaufel getrennt durch Spritzgießen gefertigt, wobei die Formkörper der Schaufeln getrennt einem Entbindungsprozess unterzogen werden, und wobei anschließend die Formkörper der Schaufeln zu einem Formkörper für das Schaufelsegment zusammengesetzt werden. Das Fügen der Schaufeln zum Schaufelsegment erfolgt hier im sogenannten vorgesinterten Zustand.

Nach einer dritten, alternativen bevorzugten Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird zur Herstellung eines Schaufelsegments aus mindestens zwei

Schaufeln ein gemeinsamer Formkörper für das Schaufelsegment, also für alle Schaufeln des Schaufelsegments, durch Spritzgießen gefertigt. Das Fügen der Schaufeln zum Schaufelsegment erfolgt hier durch Spritzen in einem Werkzeug.

Das erfindungsgemäße Bauteil ist im unabhängigen Patentanspruch 13 definiert.

Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden, ohne hierauf beschränkt zu sein, an Hand der Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigt:

Fig. 1: ein Blockschaltbild zur Verdeutlichung der einzelnen Verfahrensschritte beim pulvermetallurgischen Spritzgießen; und

Fig. 2: ein erfindungsgemäßes Schaufelsegment in perspektivischer Seitenansicht.

Die hier vorliegende Erfindung betrifft die Herstellung von Schaufelsegmenten einer Gasturbine, insbesondere eines Flugzeugtreibwerks, durch pulvermetallurgisches Spritzgießen. Pulvermetallurgisches Spritzgießen wird auch als Metal Injection Moulding (MIM) bezeichnet. Bevor auf die Details der erfindungsgemäßen Verfahrens eingegangen wird, sollen nachfolgend die Grundzüge des pulvermetallurgischen Spritzgießens unter Bezugnahme auf Fig. 1 dargestellt werden.

In einem ersten Schritt 10 wird ein Metallpulver, Hartmetallpulver oder Keramikpulver bereitgestellt. In einem zweiten Schritt 11 werden ein Bindemittel und ggf. ein Plastifizierungsmittel, z. B. ein Wachs, bereitgestellt. Das im Verfahrensschritt 10 bereitgestellte Metallpulver sowie das im Verfahrensschritt 11 bereitgestellte Bindemittel und Plastifizierungsmittel werden im Verfahrensschritt 12 gemischt und homogenisiert, so dass sich eine homogene Masse ausbildet. Der Volumenanteil des Metallpulvers in der homogenen Masse beträgt dabei vorzugsweise zwischen 50 % und 70 %. Der Anteil von Bindemittel und Plastifizierungsmittel an der homogenen Masse schwankt demnach in etwa zwischen 30 % und 50 %.

Diese homogene Masse aus Metallpulver, Bindemittel und Plastifizierungsmittel wird im Sinne des Schritts 13 durch Spritzgießen weiterverarbeitet. Beim Spritzgießen werden Formkörper gefertigt. Diese Formkörper weisen schon alle typischen Merkmale der herzustellenden Bauteile auf. Insbesondere verfügen die Formkörper über die geometrische Form des zu fertigenden Bauteils. Sie verfügen jedoch über ein um den Bindemittelgehalt sowie Plastifizierungsmittelgehalt vergrößertes Volumen.

Im nachgeschalteten Schritt 14 wird das Bindemittel und das Plastifizierungsmittel aus dem Formkörpern ausgetrieben. Den Verfahrensschritt 14 kann man auch als Endbindungsprozess oder als Entwachsungsschritt bezeichnen. Das Austreiben von Bindemittel und Plastifizierungsmittel kann auf unterschiedliche Art und Weise erfolgen. Üblicherweise erfolgt dies durch fraktionierte, thermische Zersetzung bzw. Verdampfung. Eine weitere Möglichkeit besteht durch Heraussaugen der thermisch verflüssigten Binde- und Plastifizierungsmittel durch Kapillarkräfte, durch Sublimation oder durch Lösungsmittel.

Im Anschluss an den Entbindungsprozess im Sinne des Schritts 14 werden die Formkörper im Sinne des Schritts 15 gesintert. Während des Sinters werden die Formkörper zu den Bauteilen mit den endgültigen, geometrischen Eigenschaften verdichtet. Während des Sinters verkleinern sich demnach die Formkörper, wobei die Dimensionen der Formkörper in allen drei Raumrichtungen gleichmäßig schwinden müssen. Der lineare Schwung beträgt abhängig vom Bindemittelgehalt und Plastifizierungsmittelgehalt zwischen 10 % und 20 %. Das Sintern kann unter verschiedenen Schutzgasen oder unter Vakuum durchgeführt werden.

Nach dem Sintern liegt das fertige Bauteil vor, was in Fig. 1 durch den Schritt 16 dargestellt ist. Falls erforderlich, kann nach dem Sintern (Schritt 15) das Bauteil noch einem Veredelungsprozess im Sinne des Schritts 17 unterzogen werden. Der Veredelungsprozess ist jedoch optional. Es kann bereits auch unmittelbar nach dem Sintern ein einbaufertiges Bauteil vorliegen.

Es liegt im Sinne der hier vorliegenden Erfindung, Schaufelsegmente aus mehreren Schaufeln durch pulvermetallurgisches Spritzgießen herzustellen. Durch die Kombi-

nation des pulvermetallurgischen Spritzgießens mit der Zusammenfassung von mehreren einzelnen Schaufel zu Schaufelsegmenten, können die Fertigungskosten deutlich reduziert werden. Bevorzugt ist die Zusammenfassung von drei oder vier Leitschaufeln zu einem Leitschaufelsegment, welches durch pulvermetallurgisches Spritzgießen hergestellt wird.

So zeigt Fig. 2 ein Schaufelsegment 18 mit vier Leitschaufeln 19, wobei die vier Leitschaufeln 19 über ein Innendeckband 20 sowie ein Außendeckband 21 miteinander verbunden sind. Jeder Leitschaufel 19 ist ein Abschnitt des Innendeckbands 20 sowie des Außendeckbands 21 zugeordnet, wobei die einzelnen vier Leitschaufeln 19 über die jeweiligen Abschnitte von Innendeckband 20 und Außendeckband 21 zusammengefügt bzw. zu dem Schaufelsegment 18 zusammengefasst sind.

Das Zusammenfügen der einzelnen Schaufeln 19 zu dem Schaufelsegment 18 beim pulvermetallurgischen Spritzgießen kann auf drei unterschiedliche Art und Weisen durchgeführt werden. Eine erste Möglichkeit zum Fügen der Schaufeln zu einem Schaufelsegment kann als Fügen im grünen Zustand bezeichnet werden. Eine zweite Möglichkeit zum Fügen der Schaufeln zu einem Schaufelsegment wird als Fügen im vorgesinterten Zustand bezeichnet, eine dritte Möglichkeit als Fügen durch Spritzen in einem Werkzeug.

Bevor nachfolgend auf die Details der drei Fügealternativen eingegangen wird, soll vorab angemerkt werden, dass beim Fügen im grünen Zustand sowie beim Fügen durch Spritzen in einem Werkzeug bessere Fügeergebnisse erzielt werden können, als beim Fügen im vorgesinterten Zustand. Dies liegt daran, dass beim Fügen im grünen Zustand sowie beim Fügen durch Spritzen in einem Werkzeug eine engere Berührung der zu fügenden Flächen gegeben ist, wodurch das Fügeergebnis positiv beeinflusst wird. Es können jedoch auch mit dem Fügen im vorgesinterten Zustand zufriedenstellende Ergebnisse erzielt werden.

Bei der ersten Fügealternative, die als Fügen im grünen Zustand bezeichnet wird, werden zur Herstellung eines Schaufelsegments aus mehreren Schaufeln für jede Schaufel inklusive der jeweiligen Abschnitte von Außendeckband und Innendeckband getrennt Formkörper durch Spritzgießen gefertigt. Diese Formkörper, in denen noch

das Bindemittel und Plastifizierungsmittel enthalten ist, werden dann zu einem Formkörper für das gesamte Schaufelsegment zusammengefasst. Hierzu werden die Formkörper der einzelnen Schaufeln entsprechen der gewünschten Reihenfolge der Schaufeln hintereinander bzw. nebeneinander positioniert, wobei die jeweils benachbarten Abschnitte von Außendeckband und Innendeckband einander berühren. Die Position der Formkörper der einzelnen Schaufeln relativ zueinander kann ggf. durch eine Vorrichtung, zum Beispiel durch Klammern, gesichert werden. Der so gebildete Formkörper für das gesamte Schaufelsegment wird darauffolgend einem einheitlichen Entbindungsprozess zum Entfernen des Bindemittels und Plastifizierungsmittels unterzogen. Bei der Erweichung und beim Entzug des Binders aus dem Formkörper werden kleine Unebenheiten in den einander berührenden Fügeflächen ausgeglichen und somit geeignete Kontaktflächen geschaffen. Der Formkörper für das gesamte Schaufelsegment wird dann vorzugsweise entwachst und vorgesintert. Bereits nach dem Vorsintern ist die Verbindung zwischen den einzelnen Schaufeln so fest, dass die Fixierung der einzelnen Formkörper der Einzelschaufeln gelöst werden kann. Im Anschluss erfolgt das eigentliche Sintern des Formkörpers des Schaufelsegments, bis das herzustellende Schaufelsegment vorliegt. Bei dieser Fügealternative kann eine gute Verbindung zwischen den einzelnen Schaufeln des Schaufelsegments erzielt werden, die sich von der Verbindung im Grundwerkstoff so gut wie nicht mehr unterscheiden lässt.

Eine Alternative zum Fügen im grünen Zustand ist das Fügen im vorgesinterten Zustand. Auch beim Fügen im vorgesinterten Zustand werden zur Herstellung eines Schaufelsegments aus mehreren Schaufeln zuerst für jede Schaufel einzelne Formkörper getrennt durch Spritzgießen gefertigt. Diese Formkörper der einzelnen Schaufeln werden getrennt für sich einem Entbindungsprozess unterzogen, um die Formkörper zu entwachsen bzw. um das Bindemittel und das Plastifizierungsmittel aus den Formkörpern der einzelnen Schaufeln zu entfernen. Weiterhin werden nach dieser Alternative die Formkörper der einzelnen Schaufeln getrennt für sich vorgesintert. Beim Vorsintern findet noch kein Schrumpfungsprozess bzw. kein merklicher Schrumpfungsprozess der Formkörper statt. In diesem vorgesinterten Zustand werden die Formkörper der einzelnen Schaufeln zu einem Formkörper für das Schaufelsegment zusammengesetzt. Dieser Formkörper für das Schaufelsegment wird darauffolgend einem einheitlichen Sintern unterzogen. Während des Sinterns muss die



Position der Formkörper der einzelnen Schaufel zueinander gesichert bzw. fixiert werden. Dies kann zum Beispiel durch Klammern erfolgen. Da jedoch die Klammer die Bewegungsfreiheit des Formkörpers beim Sintern beeinträchtigen kann, lassen sich beim Fügen im grünen Zustand bessere Ergebnisse erzielen als beim Fügen im vorgesinterten Zustand. Die Einschränkung der Bewegungsfreiheit beim Sintern kann nämlich zu ungewünschten Deformationen und Rissen am fertigen Bauteil führen. Das Zusammensetzen der Formkörper der einzelnen Schaufeln im vorgesinterten Zustand verfügt jedoch über den Vorteil, dass beim Entbindungsprozesse, insbesondere beim Entwachsen, die Wanddicken der Einzelteile und nicht die Wanddicke des zusammengesetzten Teils berücksichtigt werden muss. Beim Fügen im vorgesinterten Zustand ergibt sich demnach eine verringerte Prozesszeit für den Entbindungsprozess. Beim Fügen im vorgesinterten Zustand lassen sich demnach Schaufelsegmente schneller herstellen.

Eine weitere Alternative stellt das Fügen durch Spritzen in einem Werkzeug dar. Bei dieser Alternative wird zur Herstellung eines Schaufelsegments aus mehreren Schaufeln ein gemeinsamer Formkörper für das Schaufelsegment, also für alle Schaufeln desselben beim Spritzgießen gefertigt. Dieser Formkörper für das gesamte Schaufelsegment wird dann als Einheit einem einheitlichen Entbindungsprozess mit nachgeschaltetem, einheitlichen Sintern unterzogen. Auch bei dieser Alternative lässt sich eine einwandfreie Verbindung zwischen den einzelnen Schaufeln herstellen.

Die Alternative des Fügens durch Spritzen in einem Werkzeug lässt sich insbesondere für Schaufeln mit filigranen Kühlkanälen einsetzen. In einem ersten Arbeitsgang wird dann eine Schaufelhälfte hergestellt. Diese Schaufelhälfte wird zusammen mit einem Kern, der die Kühlkanäle abbildet, in ein Formnest für das Spritzgießen eingelegt, das anschließend vollständig gefüllt wird. Der Kern wird anschließend ausgeschmolzen und es liegt dann der Formkörper für das Schaufelsegment vor. Nach dem Einlegen der einen Schaufelhälfte in das Formnest und vor dem Auffüllen des Formnests kann die bereits eingelegte Schaufelhälfte zur Verbesserung der Bindung vorgewärmt werden.

Es soll noch darauf hingewiesen werden, dass es im Sinne der Erfindung selbstverständlich auch möglich ist, ein Schaufelsegment aus zum Beispiel vier Schaufeln

durch zwei Unterschaufelsegmente aus jeweils zwei Schaufeln herzustellen. Die beiden Unterschaufelsegmente aus jeweils zwei Schaufeln könnten zum Beispiel durch Spritzen in einem Werkzeug hergestellt werden, wohingegen diese beiden Unterschaufelsegmente dann durch Fügen im grünen Zustand miteinander verbunden werden können. Es sind jedoch auch andere Kombinationen denkbar.

Mit der hier vorliegenden Erfindung wird erstmals vorgeschlagen, Schaufelsegmente für Gasturbinen aus mehreren Schaufeln durch pulvermetallurgisches Spritzgießen herzustellen. Bei dem Schaufelsegment handelt es sich vorzugsweise um ein Leitschaufelsegment aus mehreren Leitschaufeln für ein Flugzeugtriebwerk.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Bauteilen, nämlich von Schaufelsegmenten, für eine Gasturbine, insbesondere für ein Flugzeugtriebwerk, wobei jedes Schaufelsegment mindestens zwei Schaufeln umfasst, und wobei das Schaufelsegment aus mehreren Schaufeln durch pulvermetallurgisches Spitzgießen hergestellt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schaufelsegment als Leitschaufelsegment ausgebildet ist und mindestens zwei Leitschaufeln umfasst.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Leitschaufelsegment drei oder vier Leitschaufeln umfasst.
4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim pulvermetallurgischen Spitzgießen zuerst insbesondere ein Metallpulver mit einem Bindemittel zu einer homogenen Masse vermischt wird, wobei anschließend aus der homogenen Masse durch Spritzgießen mindestens ein Formkörper gefertigt wird, wobei der oder jede Formkörper darauffolgend einem Entbindungsprozess unterzogen wird, und wobei im Anschluss durch Sintern der oder jeder Formkörper zu mindestens einem Schaufelsegment mit gewünschten geometrischen Eigenschaften verdichtet wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Herstellung eines Schaufelsegments aus mindestens zwei Schaufeln Formkörper für jede Schaufel getrennt durch Spritzgießen gefertigt werden, wobei die Formkörper der Schaufeln vor dem Entbindungsprozess zu einem Formkörper für das Schaufelsegment zusammengesetzt werden.
6. Verfahren nach Ansprüche 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Formkörper der Schaufeln vor dem Entbindungsprozess im grünen Zustand zu einem Formkörper für das Schaufelsegment zusammengesetzt werden.

7. Verfahren nach Anspruche 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** dieser Formkörper für das Schaufelsegment darauffolgend einem einheitlichen Entbindungsprozess und einem einheitlichen Sintern unterzogen wird.
8. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Herstellung eines Schaufelsegments aus mindestens zwei Schaufeln Formkörper für jede Schaufel getrennt durch Spritzgießen gefertigt werden, wobei die Formkörper der Schaufeln getrennt einem Entbindungsprozess unterzogen werden, und wobei anschließend die Formkörper der Schaufeln zu einem Formkörper für das Schaufelsegment zusammengesetzt werden.
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Formkörper der Schaufeln im vorgesintertem Zustand zu einem Formkörper für das Schaufelsegment zusammengesetzt werden.
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** dieser Formkörper für das Schaufelsegment darauffolgend einem einheitlichen Sintern unterzogen wird.
11. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Herstellung eines Schaufelsegments aus mindestens zwei Schaufeln ein gemeinsamer Formkörper für das Schaufelsegment, also für alle Schaufeln des Schaufelsegments, durch Spritzgießen gefertigt wird.
12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Formkörper für das Schaufelsegment einem einheitlichen Entbindungsprozess und einem einheitlichen Sintern unterzogen wird.
13. Bauteil, nämlich Schaufelsegment, für eine Gasturbine, insbesondere für ein Flugzeugtriebwerk, wobei das Schaufelsegment (18) mindestens zwei Schaufeln (19) umfasst, und wobei das Schaufelsegment (18) aus mehreren Schaufeln (19) durch pulvermetallurgisches Spritzgießen hergestellt ist.

14. Bauteil nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schaufel-segment (19) als Leitschaufelsegment ausgebildet ist und mindestens zwei Leitschaufeln (18) umfasst.
15. Bauteil nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Leitschau-felsegment drei oder vier Leitschaufeln umfasst.
16. Bauteil nach einem oder mehreren der Ansprüche 13 bis 15, **dadurch ge-  
kennzeichnet, dass** das Schaufelsegment durch ein Verfahren nach einem  
oder mehreren der Ansprüche 4 bis 12 hergestellt ist.

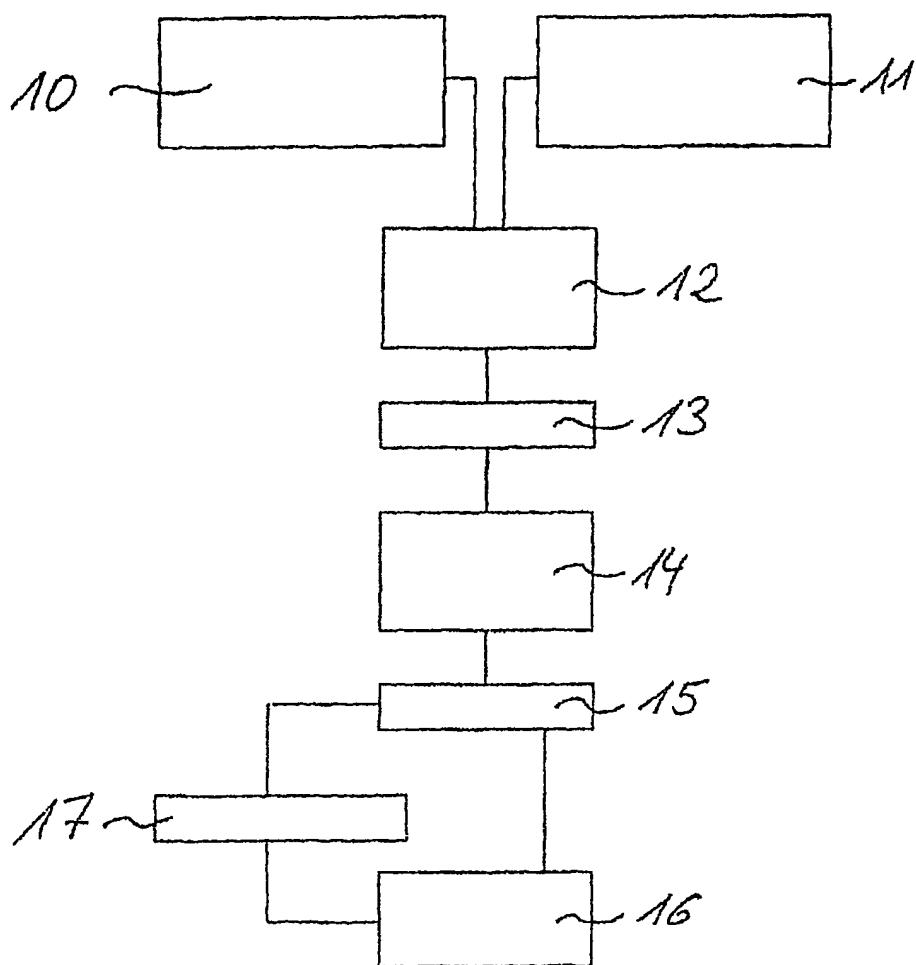
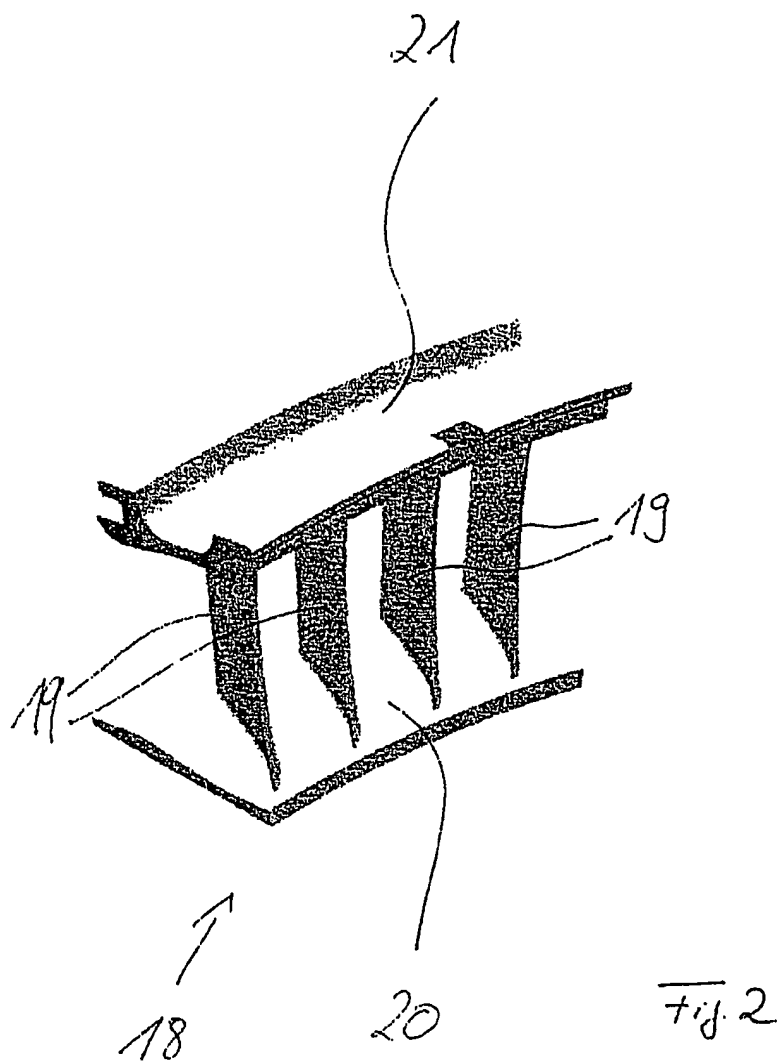


Fig. 1



(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
27. Januar 2005 (27.01.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2005/007326 A3**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **B22F 5/04**,  
3/22, 3/10

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2004/001467

(22) Internationales Anmeldedatum:  
8. Juli 2004 (08.07.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
103 31 397.4 11. Juli 2003 (11.07.2003) DE

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BOHDAHL, Rudolf**  
[DE/DE]; Fasanenstrasse 52, 85757 Karlsfeld (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,  
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,  
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,  
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,  
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,  
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM,  
ZW.

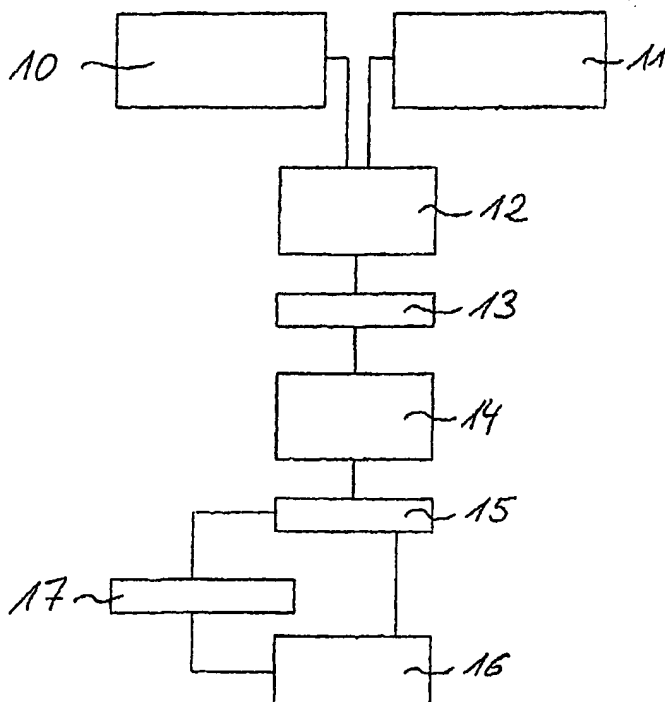
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): **MTU AERO ENGINES GMBH** [DE/DE];  
Dachaeur Strasse 665, 80995 München (DE).

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR MAKING GAS TURBINE ELEMENTS AND CORRESPONDING ELEMENT

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON BAUTEILEN EINER GASTURBINE SOWIE ENTSPRECHEN-  
DES BAUTEIL



(57) Abstract: The invention concerns a method for making elements, namely gas turbine blade segments, in particular for an aircraft power train. The invention is characterized in that each blade segment comprises at least two blades, one segment being produced by injection moulding of metal powder of several blades. The invention also concerns such a blade segment.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Bauteilen, nämlich von Schaufelsegmenten, für eine Gasturbine, insbesondere für ein Flugzeugtriebwerk, wobei jedes Schaufelsegment mindestens zwei Schaufeln umfasst, und wobei das Schaufelsegment aus mehreren Schaufeln durch pulvermetallurgisches Spitzgießen hergestellt wird. Des weiteren betrifft die Erfindung ein derartiges Schaufelsegment.

WO 2005/007326 A3



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
**PCT/DE2004/001467**

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC 7    B22F5/04    B22F3/22    B22F3/10		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7    B22F		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, PAJ, COMPENDEX		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GB 1 470 949 A (FORD MOTOR CO LTD) 21 April 1977 (1977-04-21) page 1, left-hand column, line 9 - line 41 page 1, right-hand column, line 58 - line 75 page 2, left-hand column, line 59 - right-hand column, line 119 claims 1,3,7; figures -----	1-16
A	WO 86/05424 A (MTU MOTOREN- UND TURBINEN-UNION MUENCHEN GMBH) 25 September 1986 (1986-09-25) the whole document ----- <div style="text-align: right; margin-top: 10px;">-/--</div>	1-16
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span><input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.</span> <span><input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.</span> </div>		
<div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p> </div> </div>		
Date of the actual completion of the international search <div style="text-align: center; font-weight: bold; margin-top: 10px;">8 April 2005</div>		Date of mailing of the international search report <div style="text-align: center; font-weight: bold; margin-top: 10px;">15/04/2005</div>
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer <div style="text-align: center; font-weight: bold; margin-top: 10px;">Ceulemans, J</div>



ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen  
Recherchenberichts:

16. Juni 2005

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2004/001467

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 1470949	A	21-04-1977	CA 1079935 A1 DE 2617336 A1 JP 51129899 A	24-06-1980 04-11-1976 11-11-1976
WO 8605424	A	25-09-1986	DE 3608095 A1 WO 8605424 A1 EP 0215074 A1	16-10-1986 25-09-1986 25-03-1987

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE2004/001467

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>LANGE E ET AL: "HERSTELLUNG METALLISCHER TURBINEBAUTEILE NACH DER PM-SPRITZGIESSTECHNIK P/M INJECTION MOULDING OF METALLIC TURBINE PORTS" ZEITSCHRIFT FUER WERKSTOFFTECHNIK - JOURNAL OF MATERIALS TECHNOLOGY. MATERIALS TECHNOLOGY AND TESTING, VCH, WEINHEIM, DE, vol. 18, no. 10, 1987, pages 337-344, XP001099034 ISSN: 0049-8688 the whole document</p> <p>-----</p>	1-16

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/001467

## A. KLASSTIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 B22F5/04 B22F3/22 B22F3/10

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B22F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, COMPENDEX

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	GB 1 470 949 A (FORD MOTOR CO LTD) 21. April 1977 (1977-04-21) Seite 1, linke Spalte, Zeile 9 - Zeile 41 Seite 1, rechte Spalte, Zeile 58 - Zeile 75 Seite 2, linke Spalte, Zeile 59 - rechte Spalte, Zeile 119 Ansprüche 1,3,7; Abbildungen	1-16
A	WO 86/05424 A (MTU MOTOREN- UND TURBINEN-UNION MUENCHEN GMBH) 25. September 1986 (1986-09-25) das ganze Dokument	1-16

-/--



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

8. April 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

15/04/2005

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Ceulemans, J

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/001467

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>LANGE E ET AL: "HERSTELLUNG METALLISCHER TURBINEBAUTEILE NACH DER PM-SPRITZGIESSTECHNIK P/M INJECTION MOULDING OF METALLIC TURBINE PORTS" ZEITSCHRIFT FÜR WERKSTOFFTECHNIK - JOURNAL OF MATERIALS TECHNOLOGY. MATERIALS TECHNOLOGY AND TESTING, VCH, WEINHEIM, DE, Bd. 18, Nr. 10, 1987, Seiten 337-344, XP001099034 ISSN: 0049-8688 das ganze Dokument</p> <p>-----</p>	1-16

**INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/001467

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
GB 1470949	A	21-04-1977	CA	1079935 A1	24-06-1980
			DE	2617336 A1	04-11-1976
			JP	51129899 A	11-11-1976
<hr/>					
WO 8605424	A	25-09-1986	DE	3608095 A1	16-10-1986
			WO	8605424 A1	25-09-1986
			EP	0215074 A1	25-03-1987
<hr/>					